



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**  
⑩ **DE 299 10 979 U 1**

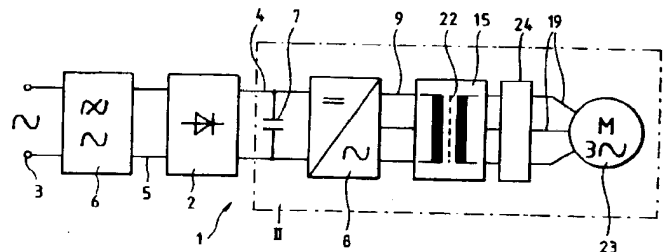
⑤ Int. Cl. 6:  
**H 02 P 7/62**  
H 02 M 5/40

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| ②1 Aktenzeichen:                     | 299 10 979.8 |
| ②2 Anmeldetag:                       | 23. 6. 99    |
| ④7 Eintragungstag:                   | 9. 9. 99     |
| ④3 Bekanntmachung<br>im Patentblatt: | 14. 10. 99   |

⑦3 Inhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑤4 **Elektroantrieb**

⑤7 Drehzahlverstellbarer Elektroantrieb (1) mit Potentialtrennung gegenüber dem Stromnetz (3), wobei zur Drehzahlverstellung ein vorzugsweise elektronischer Stromrichter (2, 8) vorgesehen ist, der eine der Phasenzahl des Motors (23) entsprechende Anzahl von verstellbaren Ausgangsspannungen (9) erzeugt, indem von Leistungsstellgliedern (10) nach einem Steuer- und/oder Regelprinzip zwischen wenigstens zwei Spannungspotentialen (11, 12) und/oder Stromquellen in kurzen Zeitabständen umgeschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Phasenzahl des Motors (23) /Stromrichters (8) entsprechende Anzahl von Hochfrequenz-Leistungsträger-Elementen vorgesehen ist, von denen je ein primärseitiger Anschluß mit je einer Ausgangsspannung (9) des Stromrichters (8) und je ein sekundärseitiger Anschluß mit je einer Phase (19) des Elektromotors (23) gekoppelt ist.



DE 299 10 979 U 1

DE 299 10 979 U 1

## Beschreibung

## Elektroantrieb

- 5 Die Erfindung richtet sich auf einen drehzahlverstellbaren Elektroantrieb mit Potentialtrennung gegenüber dem Stromnetz, wobei zur Drehzahlverstellung ein vorzugsweise elektronischer Stromrichter vorgesehen ist, der bezüglich Frequenz und Ausgangsspannung verstellbar ist, indem von
- 10 Leistungsstellgliedern nach einem Steuer- und/oder Regelprinzip zwischen wenigstens zwei Spannungspotentialen und/oder Stromquellen in kurzen Zeitabständen umgeschaltet wird (Pulsweitenmodulation).
- 15 Sobald elektrische Energie unkontrolliert ist, kann daraus eine akute Gefahr für Leib und Leben von Personen resultieren. Besonders kritisch sind in diesem Hinblick elektrische Einrichtungen, welche unter besonderen Umgebungsbedingungen betrieben werden, bspw. in Verbindung
- 20 mit Feuchtigkeit, da dieselbe ein verhältnismäßig guter Stromleiter ist und somit unerwartete Kurzschlüsse hervorrufen kann. Ein besonderes Beispiel hierfür sind insbesondere tragbare Betonrüttelmaschinen, welche in den flüssigen Beton eingetaucht werden, um diesen durch starke
- 25 Vibrationen zu verdichten und ein vollständiges Ausfüllen der betreffenden Form gewährleisten. Hierbei befindet sich ein Elektromotor mit einer angekoppelten Unwucht innerhalb der sog. Rüttelflasche, welche in den flüssigen, in eine Form eingefüllten Beton eingelegt
- 30 wird. Damit trotz einem nicht völlig ausschließbaren Kontakt stromführender Leiter mit der flüssigen Betonmasse keine Lebensgefahr besteht, sind für derartige Betonrüttelmaschinen wie auch für andere Anwendungsfälle besondere Vorschriften hinsichtlich der Elektroinstallation auf-
- 35 gestellt worden. Eine Maßnahme zur Erhöhung der Sicher-

heit ist die ausschließliche Verwendung von Schutzkleinspannungen, welche für den menschlichen Körper ungefährlich sind. Eine weitere Maßnahme ist die Potentialtrennung derartiger Schutzkleinspannungen gegenüber dem Stromnetz, damit nicht im Falle einer Fehlfunktion die hohe Primärspannung in den gefährdeten Bereich eingeschleppt werden kann. Die Beachtung derartiger Vorschriften ist in vielen Fällen mit einem erheblichen Schaltungsaufwand verbunden. Dies gilt insbesondere für drehzahlveränderliche Antriebe, welche üblicherweise mit einem Stromrichter versehen sind. Hier gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die vorgeschriebene Potentialtrennung durchzuführen: Sofern die Potentialtrennung zwischen dem Stromnetz und dem Stromrichter vorgenommen wird, so läßt sich dies entweder mit einem Netztransformator realisieren oder mit einem Schaltnetzteil, mit dem eine Zwischenkreisspannung bspw. für einen Wechselrichter erzeugt werden kann, und welches üblicherweise einen Übertrager aufweist, der eine Potentialtrennung vornimmt. Solchenfalls wird der Antriebsmotor direkt an die Ausgänge des Wechselrichters angeschlossen, so daß dieser in Folge der vorgeschriebenen Schutzkleinspannung bei der notwendigen Motorleistung für entsprechend hohe Ströme ausgelegt sein muß, was sich negativ auf dessen Verlustleistung und Preis auswirkt. Außerdem ist der verwendete Trenntransformator schwer und voluminös, ein Schaltnetzteil bringt einen erheblichen Bauelementeaufwand mit sich und verteuert damit die Anordnung zusätzlich. Die zweite Möglichkeit zur Potentialtrennung befindet sich zwischen dem Stromrichter und dem Elektromotor. Hier wird üblicherweise ein drei-phasiger Netztransformator angeordnet. Dieser muß in diesem Fall für den gesamten Bereich der Ausgangsfrequenz der Stromrichter ausgelegt sein, was zu einem Transformator mit besonderen Anforderungen führt.



Aus den Nachteilen des geschilderten Stands der Technik resultiert das die Erfindung initiierende Problem, bei einem gattungsgemäßen, insbesondere drehzahlveränderlichen Elektroantrieb die in besonderen Fällen vorgeschriebene Potentialtrennung derart vorzunehmen, daß der dadurch bedingte, zusätzliche Materialaufwand sowie das damit verbundene Zusatzgewicht und -volumen möglichst gering sind. Darüber hinaus sollte die Verlustleistung minimiert werden.

10

Zur Lösung dieses Problems sieht die Erfindung bei einem drehzahlverstellbaren Elektroantrieb mit Potentialtrennung gegenüber dem Stromnetz, wobei zur Drehzahlverstellung ein vorzugsweise elektronischer Stromrichter vorgesehen ist, der bezüglich Ausgangsfrequenz und Ausgangsspannung verstellbar ist, indem von Leistungsstellgliedern, nach einem Steuer- und/oder Regelprinzip zwischen wenigstens zwei Spannungspotentialen und/oder Stromquellen in kurzen Zeitabständen umgeschaltet wird, vor, daß eine der Phasenzahl des Motors/Stromrichters entsprechende Anzahl von Hochfrequenz-Leistungsübertrager-Elementen vorgesehen ist, von denen wenigstens je ein Anschluß einer Primärwicklung mit je einer Ausgangsspannung des Stromrichters und wenigstens je ein Anschluß einer Sekundärwicklung mit je einer Phase des Elektromotors gekoppelt ist.

Hier wird im Gegensatz zu bekannten Schaltungsanordnungen ein völlig anderer Weg eingeschlagen und von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß bei modernen Stromrichtern in relativ kurzen Zeitabständen die Ausgangsspannungen zwischen den Zwischenkreispotentialen umgeschaltet werden (Taktfrequenz). Während die hierdurch stark schwankenden Ausgangsspannungen üblicherweise durch nachgeschaltete Filterelemente geglättet werden, sieht die Erfindung vor, statt dessen an dieser Stelle die Potentialtrennung mit

Hilfe von angekoppelten Hochfrequenz-Leistungsübertragern vorzunehmen, welche die Ausgangsspannungsimpulse des Stromrichters in entsprechende Sekundärspannungsimpulse übertragen. Derartige Hochfrequenz-Leistungsübertrager sind verhältnismäßig klein und haben ein weitaus geringeres Gewicht als für eine entsprechende Leistung ausgelegte Netztransformatoren.

Es hat sich als günstig erwiesen, daß der erfindungsgemäße Stromrichter eingangsseitig direkt oder über ein EMV-Filter an das Stromnetz angeschlossen oder anschließbar ist. An dieser Stelle ist weder die Einfügung eines Trenntransformators noch eines Stelltransformators notwendig, da die ausgangsseitig an den Stromrichter angeschlossenen Hochfrequenz-Leistungsübertrager neben der Potentialtrennung auch die Funktion einer Spannungsuntersetzung übernehmen können.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, daß der erfindungsgemäße Umrichter einen Spannungszwischenkreis aufweist. Umrichter mit Spannungszwischenkreis eignen sich in besonderem Umfang für eine Ansteuerung, wobei die Ausgangsspannungen zu jedem Zeitpunkt durch beständiges und schnelles Umschalten zwischen den Potentialen des Spannungszwischenkreises erzeugt werden. Dies wiederum macht den Einsatz der erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Leistungsübertrager möglich.

Weitere Vorteile lassen sich erzielen, indem als Leistungsstellglieder IGBT-Transistoren verwendet werden. Dieselben sind sowohl hinsichtlich ihres Bauelementewertes wie auch hinsichtlich der notwendigen Ansteuerelektronik verhältnismäßig preiswürdig und lassen andererseits hinreichend schnelle Umschaltvorgänge der Stromrichterausgangsspannungen zu.



Bevorzugt ist die Ansteuerschaltung der Leistungsstellglieder derart ausgebildet, daß die Umschaltung der Ausgangsspannungspotentiale in einem festen Zeitraster erfolgt. Durch ein derartiges, festes Zeitraster kann die maximale Breite eines Impulses eingegrenzt werden, so daß das Übertragungsverhalten der Hochfrequenz-Leistungsübertrager weitgehend vorbestimmt ist und insbesondere etwa unabhängig von der Impulsbreite sein kann, so daß auch die Breite der an den Sekundäranschlüssen der Hochfrequenz-Leistungsübertrager auftretenden Impulse etwa identisch mit der Breite der Ausgangsimpulse des Stromrichters ist. Demzufolge ist die Verlustleistung innerhalb der Hochfrequenz-Leistungsübertrager niedrig, und die von einer Steuerung oder Regelung vorgegebenen Stromrichter-  
ausgangsspannungen und/oder -ströme gelangen nahezu unverfälscht zu bzw. in den Motor, so daß dieser sich wunschgemäß verhält.

Die Erfindung zeichnet sich weiterhin bevorzugt durch eine Baugruppe zur Erzeugung einer etwa konstanten Frequenz für die Umschaltung der Ausgangsspannungspotentiale aus. Dies ist die einfachste Möglichkeit, um ein festes Zeitraster für die Umschaltung der Ausgangsspannungspotentiale vorzugeben.

Wenn - wie die Erfindung weiterhin vorsieht - die Schaltfrequenz oberhalb von 10 kHz, vorzugsweise oberhalb von 16 bis 20 kHz liegt, ist die maximale Impulsbreite jedenfalls ausreichend kurz, um von den Hochfrequenz-Leistungsübertragern unverfälscht behandelt werden zu können. Schaltfrequenzen oberhalb von 20 kHz haben zusätzlich den Vorteil, daß sie oberhalb der Hörschwelle liegen, und aus diesem Grund solchermaßen betriebene Motoren sehr leise laufen. Derart hohe Frequenzen können von modernen IGBT-Modulen problemlos bewältigt werden.

Es hat sich ferner als günstig erwiesen, eine Baugruppe zur Pulsbreitenmodulation des Ansteuersignals zum Umschalten der Leistungsstellglieder vorzusehen. Eine derartige Pulsbreitenmodulation erlaubt ein bequemes Verändern des Mittelwertes der Ausgangsspannung des Stromrichters, ohne daß dadurch das feste Zeitraster für die Umschaltung der Ausgangsspannungspotentiale verlassen werden müßte.

- 10 Ein weiteres, vorteilhaftes Merkmal der Erfindung ist, daß die Resonanzfrequenz des/der Hochfrequenz-Leistungsübertrager etwa bei dem zwei- bis dreifachen Schaltfrequenz liegt. Bei ihrer Resonanzfrequenz haben Übertrager bereits deutlich herabgesetzte Eigenschaften und absorbieren einen Großteil der ankommenden Leistung. Die erfindungsgemäße Bemessungsregel mit ihrem hohen Abstand zwischen der Resonanzfrequenz des/der Hochfrequenz-Leistungsübertrager gegenüber der Schaltfrequenz des Stromrichters gewährleistet, daß die Hochfrequenz-Leistungsübertrager in einem für sie optimalen Frequenzspektrum betrieben werden.

- Weitere Vorteile lassen sich erzielen, indem der/die Hochfrequenz-Leistungsübertrager als Spannungsuntersetzer ausgebildet ist/sind. Solchenfalls können die infolge der vorgeschriebenen Schutzkleinspannung relativ hohen Motorströme erzeugt werden, ohne daß der Stromrichter für derart große Ausgangsströme ausgelegt sein müßte. Hierdurch lassen sich preiswerte Leistungsstellglieder verwenden, außerdem kann die Zwischenkreisspannung durch ungesteuertes Gleichrichten einer Eingangswechselspannung gebildet werden, so daß auch bei einem vorgeschalteten Gleichrichter hinsichtlich des Konstruktionsaufwandes Einsparungen möglich sind. Sofern der Elektromotor als Drehstrommotor ausgebildet ist, können die Primär- und/oder Sekundärwicklungen des/der Hochfrequenz-Leistungsübertrager so-



wohl im Stern als auch im Dreieck geschaltet sein. Die Erfindung bevorzugt hier die Sternschaltung, was bspw. hinsichtlich der an dem Motor anliegenden Sekundärsignale eine einfache Möglichkeit zur Bildung einer Referenzspannung darstellt, die auf ein beliebiges Potential festgelegt werden kann.

Bei üblichen Elektromotoren reicht deren Motorinduktivität völlig aus, um bei kurzen Zuleitungen zwischen dem Stromrichter bzw. den Hochfrequenz-Leistungsübertragern einerseits und dem Motor andererseits auf zusätzliche Glättungselemente verzichten zu können.

Andererseits ist es möglich, bei Motoren mit sehr niedrigen Induktivitäten zwischen den sekundärseitigen Anschlüssen der Hochfrequenz-Leistungsübertrager und dem betreffenden Elektromotor ein oder mehrere Filter zur Glättung der Ausgangsspannungen und/oder -ströme einzuschalten. Hierdurch können steile Spannungsflanken von den Motorzuleitungen ferngehalten werden, so daß keine erhöhten Umladeströme für die stets vorhandenen Leitungs-Streukapazitäten notwendig sind. Hierdurch können auch bei langen Motorzuleitungen die Gesamtverluste des erfindungsgemäßen Antriebs weiter reduziert werden.

Der erfindungsgemäße Elektroantrieb sollte derart ausgelegt sein, daß er den mit der Verwendung von Schutzkleinspannungen verknüpften Anforderungen entspricht. Diese zusätzlichen Anforderungen richten sich je nach den Betriebsbedingungen in der betreffenden Umgebung und können bspw. durch weitere Schutzbeschaltungen berücksichtigt werden.

Es hat sich als günstig erwiesen, daß der Elektronikteil in einem tragbaren Gerät aufgenommen ist. Gerade bei derartigen Geräten, die während des Betriebes häufig von ei-



nem Ort zum anderen getragen werden, sind die Schutzkleinspannungen durch die Erfindung in besonderem Umfang gesichert, so daß selbst bei Berührung spannungsführender Teile keine akute Lebensgefahr besteht.

5

Schließlich entspricht es der Lehre der Erfindung, den oben spezifizierten Elektroantrieb für Geräte zu verwenden, die in Räumen mit erhöhten Sicherheitsanforderungen eingesetzt werden, beispielsweise für Betonrüttelmaschinen. Hier bringt der häufige und intensive Kontakt mit Flüssigkeiten die erhöhte Gefahr ungewollter Kurzschlüsse mit sich, so daß gerade hier die bei Befolgung des Erfindungsgedankens bequem realisierbaren Schutzkleinspannungen in Verbindung mit der Potentialtrennung zur Herabsetzung der Gefahr für Leib und Leben wichtig sind.

15

Weitere Merkmale, Einzelheiten, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

20

FIG 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Elektroantriebs; sowie

25

FIG 1 enthält ein komplettes Blockschaltbild für eine mögliche Realisierung des erfindungsgemäßen Elektroantriebs 1.

Ein Gleichrichter 2 wandelt die Netzwechselspannung 3 in eine unipolare Zwischenkreisspannung 4 um. Je nachdem, ob eine Verstellbarkeit der Zwischenkreisspannung 4 gewünscht ist oder nicht, kann der Gleichrichter 2 als gesteuerter oder ungesteuerter Gleichrichter ausgebildet sein. Um die durch das Schaltverhalten des Gleichrichters 2 bedingten Oberwellen in dessen Primärströmen 5 von der

30

35



Netzwechselspannung 3 fernzuhalten, kann dem Gleichrichter 2 ein EMV-Filter 6 vorgeschaltet sein.

Die Zwischenkreisspannung 4 wird durch einen Kondensator 7 geglättet.

Aus der Zwischenkreisspannung 4 bildet ein Wechselrichter 8 eine dreiphasige Ausgangsspannung 9. Die Mittelwerte der drei Phasenspannungen 9 haben etwa die Form von gegeneinander um etwa  $120^\circ$  in ihrer Phase verschobenen Sinussignalen. In Wirklichkeit werden diese Ausgangsspannungen jedoch durch Umschalten von Leistungsstellgliedern 10, insbesondere IGBT-Transistoren aus den beiden Zwischenkreisspannungspotentialen 11, 12 gebildet und haben somit einen etwa rechteckförmigen Verlauf zwischen diesen beiden Spannungspotentialen 11, 12.

Zu diesem Zweck ist für jede Ausgangsspannung 9 ein dem Zwischenkreiskondensator 7 parallel geschalteter Transistorzweig 13 mit zwei in Reihe geschalteten Leistungsstellgliedern 10 vorhanden, denen jeweils eine Freilaufdiode 14 antiparallel geschaltet ist. Die Umschaltung der Ausgangsspannung 9 zwischen den beiden Spannungspotentialen 11, 12 erfolgt durch abwechselndes, phaseninvertiertes Einschalten der Leistungsstellglieder 10 des betreffenden Zweigs 13. Dabei wird diese Umschaltung zwischen diesen beiden Leistungsstellgliedern 10 desselben Transistorzweigs 13 erfindungsgemäß mit einer konstanten Schaltfrequenz von bspw. 20 kHz vorgenommen. Um den Mittelwert der Ausgangsspannungen 9 in den Grenzen zwischen den beiden Zwischenkreispotentialen 11, 12 verstellen zu können, wird das Tastverhältnis der Leistungsstellglieder 10 und damit die Impulsbreite der Ausgangsspannungen 9 variiert, man spricht von Pulsweitenmodulation.

35

10

Die Ausgangsspannungen 9 des Wechselrichters 8 werden über einen Hochfrequenz-Leistungsübertrager-Block 15 einem Drehstrommotor 23, bspw. einem Asynchronmotor, zugeführt. Zwischen dem Drehstrommotor 23 und dem Hochfrequenz-Leistungsübertrager-Block 15 ist ein Filter 24 angeordnet.

Aufgrund des geringen Gewichts der Elektronikkomponenten können dieselben in einem tragbaren Gehäuse untergebracht sein und eignen sich daher in besonderem Umfang für tragbare Betonrüttelmaschinen, bei denen der Elektromotor 23 mit einer Leistung von etwa 1,5 kW zusammen mit einer angekoppelten Unwucht innerhalb der Rüttelflasche angeordnet ist, die Zwecks Verdichtung des in eine Form eingefüllten Betons in diesen eingetaucht wird. Die Zuleitungen 19 sind in einem dick ummantelten Schlauch geführt, und die übrigen Elektronikkomponenten können in einem tragbaren Gerät angeordnet sein, daß sogar Tragegurte aufweisen kann, um von einer Arbeitsperson auf dem Rücken getragen zu werden. Dies wird erst durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Leistungsübertrager 15 möglich, da hierdurch der bisher benötigte, dreiphasige Netztransformator mit einem Gewicht von etwa 10 kg ersetzt wird.

25

## Schutzansprüche

1. Drehzahlverstellbarer Elektroantrieb (1) mit Potentialtrennung gegenüber dem Stromnetz (3), wobei zur Drehzahlverstellung ein vorzugsweise elektronischer Stromrichter (2, 8) vorgesehen ist, der eine der Phasenzahl des Motors (23) entsprechende Anzahl von verstellbaren Ausgangsspannungen (9) erzeugt, indem von Leistungsstellgliedern (10) nach einem Steuer- und/oder Regelprinzip zwischen wenigstens zwei Spannungspotentialen (11, 12) und/oder Stromquellen in kurzen Zeitabständen umgeschaltet wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß eine der Phasenzahl des Motors (23) /Stromrichters (8) entsprechende Anzahl von Hochfrequenz-Leistungsübertrager-Elementen vorgesehen ist, von denen je ein primärseitiger Anschluß mit je einer Ausgangsspannung (9) des Stromrichters (8) und je ein sekundärseitiger Anschluß mit je einer Phase (19) des Elektromotors (23) gekoppelt ist.
2. Elektroantrieb nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Stromrichter eingangseitig direkt oder unter Zwischenschaltung eines Filters (6) an das Stromnetz angeschlossen oder anschließbar ist.
3. Elektroantrieb nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Umrichter (2,8) einen Spannungszwischenkreis (4) aufweist.
4. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Leistungsstellglieder IGBT-Transistoren verwendet werden.

12

5. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Ansteuerschaltung der Leistungsstellglieder derart ausgebildet ist, daß die Umschaltung der Ausgangsspannungspotentiale (9) in einem festen Zeitraster erfolgt.
6. Elektroantrieb nach Anspruch 5, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Baugruppe zur Erzeugung einer etwa konstanten Frequenz für die Umschaltung der Ausgangsspannungspotentiale (9).
7. Elektroantrieb nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schaltfrequenz deutlich über der Netzfrequenz, vorzugsweise oberhalb von 10 kHz.
8. Elektroantrieb nach einem der Ansprüche 5 bis 7, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Baugruppe zur Pulsbreitenmodulation des Ansteuersignals zum Umschalten der Leistungsstellglieder.
9. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der/die Hochfrequenz-Leistungsübertrager mit je einem nachgeschalteten Filter (24) ausgebildet ist/sind.
10. Elektroantrieb nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der/die nachgeschalteten Filter (24) vorzugsweise aktive elektronische Elemente, z.B. Halbleiterschalter, aufweisen.
11. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Resonanzfrequenz des/der Hochfrequenz-Leistungsübertrager etwa bei dem zwei- bis dreifachen der Schaltfrequenz liegt.

13

12. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der/die Hochfrequenz-Leistungsübertrager als Spannungs-  
untersetzer ausgebildet ist/sind.

5

13. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Glättung des Stroms auch durch die Motorinduktivität(-en) bewirkt ist.

10

14. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er den mit der Verwendung von Schutzkleinspannungen verknüpften Anforderungen entspricht.

15

15. Elektroantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronikteil in einem tragbaren Gerät aufgenommen ist.

20

16. Verwendung eines Elektroantriebs nach einem der vorhergehenden Ansprüche für Geräte, die in Räumen mit erhöhten Sicherheitsanforderungen eingesetzt werden, beispielsweise für Betonrüttelmaschinen.

25

